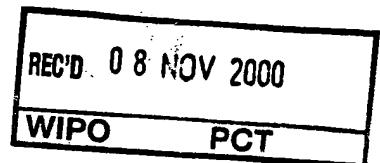


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

bz 00/02833

Aktenzeichen: 199 39 807.0

EJU

Anmeldetag: 21. August 1999

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur
Abgasnachbehandlung des von einem
Verbrennungsmotor erzeugten Abgases

IPC: F 01 N 3/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt

**Der Präsident
im Auftrag**

Nietledt

03/00
EDV-L

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ABGASNACHBEHANDLUNG DES VON
EINEM VERBRENNUNGSMOTOR ERZEUGTEN ABGASES

5

Stand der Technik

Die Erfindung befasst sich mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Abgasnachbehandlung insbesondere für Magermotoren in Kraftfahrzeugen, z. B. direkt einspritzenden Dieselmotoren und Benzinmotoren sowie mit der Erhaltung der Funktionsfähigkeit von NO_x-Speicher-katalysatoren in Benzin- und Dieselmotoren und Partikel-filters in Dieselmotoren.

15

Bei den im Abgasrohr eines modernen Benzin- oder Dieselmotors mit Direkteinspritzung sitzenden Oxidationskata-lysator verschlechtern SO_x-Ablagerungen im Oxidations-katalysator die gewünschte NO₂-Bildung bis hin zur

20

Inaktivität des Katalysatorsystems. NO₂ wird bei NO_x-Speicher-katalysatoren für den Einlagerungsprozess benötigt. Bei Partikelfiltern, die nach dem CRT-Verfahren (CRT: Continuously Regeneration Trap) arbeiten, wird NO₂ für den kontinuierlich ablaufenden Oxidations-Regenera-tions-Prozess der Rußpartikel benötigt. Im Falle der Schwerelkontaminierung des NO_x-Speicher-katalysators wird die gewünschte NO₂-Speicherung aufgrund der SO_x-Ablagerungen im NO_x-Adsorber, die aus dem Kraftstoff-schwerel hervorgehen bis zur völligen Inaktivität des Systems verringert. Der Abbau dieser Schwerelverbindung

25

30

durch Regenerierung des Speicherkatalysators ist durch ein kurzzeitiges Aufprägen erhöhter Abgastemperaturen möglich (bei Benzin-Direkteinspritzungsmotoren wird eine Temperatur größer 650° C verwendet). Die Realisierung
5 solcher Abgastemperaturen bei Dieselmotoren wird im Stand der Technik als nicht aussichtsreich angesehen. Partikelfilter, die nach dem oben erwähnten CRT-Verfahren arbeiten, benötigen für den kontinuierlich verlaufenden Regenerationsprozess Abgastemperaturen, die 230° C übersteigen. Diese Bedingungen können beim direkt einspritzenden Dieselmotor nicht immer erfüllt werden. In Folge kann sich eine kritische Filterbeladung einstellen, die unter Umständen zur Zerstörung des Partikelfilters führen kann.

15

Für den Regenerationsprozess von NO_x-Speicher-katalysatoren muss CO, das aus dem Kraftstoff-Kohlenwasserstoff stammt, zugegeben und zugleich eine fette

-
- 20 Abgaszusammensetzung ($\lambda < 1$) erzeugt werden. Die innermotorische Bereitstellung der für eine Regenerierung erforderlichen Kohlenwasserstoffe (HC) ist bei Dieselmotoren jedoch prinzipbedingt untypisch und äußerst kritisch und auch mit hohen Verbrauchseinbußen verbunden.
25 Im Unterschied zum Benzinmotor sind beim Dieselmotor die Prozessgasdurchsätze nämlich sehr viel höher, und dadurch können die zur Regenerierung erforderlichen Temperaturen nicht in allen Betriebspunkten erreicht werden.

Ebenso gestaltet sich die nachmotorische Bereitstellung einer "fetten" Abgaszusammensetzung beim Dieselmotor problematisch, da ein Oxidationskatalysator für die CO-Bildung notwendig, ein Abgastemperaturprofil teilweise 5 unzureichend ist und Zyklen mit fettem Abgas nur über ein Bypasssystem erreichbar sind.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, die oben erwähnten Schwierigkeiten bei der Abgasnachbehandlung in modernen Magermotoren, insbesondere Benzin- und Dieselmotoren mit 15 Direkteinspritzung in Kraftfahrzeugen, zu vermeiden und ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abgasnachbehandlung des von einem Verbrennungsmotor erzeugten Abgases so anzugeben, dass bei Bedarf die Abgastemperatur erhöht, die Abgasqualität insgesamt und besonders bei 20 bestimmten Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors verbessert, gleichzeitig die Motorakustik nicht verschlechtert und eine Regenerierung eines Speicher- katalysators und/oder eines Partikelfilters in regelmäßigen Intervallen und/oder nach einer Schwefelver- 25 giftung an den Oxidationsstufen eines NO_x-Speicher- katalysators und Partikelfilters ermöglicht werden.

Diese Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

Gemäß einem wesentlichen Aspekt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Abgasnachbehandlung eine Hydrolyseeinheit zur Gewinnung von Wasserstoff bereitgestellt, die einerseits mit einem Wasserreservoir und 5 andererseits mit einer Dosiereinrichtung verbunden ist, die zur Dosierung der dem Rohabgas und/oder dem durch einen Oxidationskatalysator behandelten Abgas zugeführten Wasserstoffmenge in Abhängigkeit von einem, bei bestimmten Betriebszuständen und/oder Katalysatorfunktionen auftretenden Bedarf an Wasserstoff eingerichtet ist.

Bei einer Ausführungsform des Verfahrens kann die jeweils benötigte Wasserstoffmenge auf Anforderung d. h. dis- 15 kontinuierlich in der Hydrolyseeinheit erzeugt und dann direkt für die Dosierung zur Verfügung gestellt werden.

Bei einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens kann ein Wasserstoffreservoir vorgesehen sein, der eine 20 ~~bestimmte Menge des von der Hydrolyseeinheit erzeugten~~ Wasserstoffs zwischenspeichert.

Dabei kann die Größe des Wasserstoffreservoirs und damit die Menge des zwischengespeicherten Wasserstoffs so 25 bemessen sein, dass sie zur Erwärmung und Regenerierung eines NO_x-Speicherkatalysators ausreicht.

Bei entsprechender Auslegung der Verbindungsrohre zwischen der Dosiereinrichtung und der Hydrolyseeinheit

kann das Reservoir durch das Innenlumen der Rohrleitung dargestellt sein.

Bevorzugt werden zur Dosierung des zuzuführenden
5 Wasserstoffs die Temperatur des Rohabgases, der λ -Wert und außerdem bestimmte Betriebszustände des Katalysatorsystems erfasst.

Im Falle eines Dieselmotors, insbesondere mit Direkteinspritzung, wird die Zugabe von Wasserstoff zum Abgas aktiviert, wenn eine innermotorische Kohlenwasserstofferzeugung nicht möglich ist.

15 Im Falle eines Benzинmotors, insbesondere eines solchen mit Direkteinspritzung, wird die Zugabe von Wasserstoff zum Abgas aktiviert, wenn der momentane Motorbetriebspunkt eine innermotorische Kohlenwasserstoffbereitstellung bei ausreichender Temperatur nicht zuläßt.

20 Das erfundungsgemäße Verfahren läßt sich zur Wiederherstellung einer ausreichenden Konvertierungsrate nach einer Schwefelvergiftung an den Oxidationsstufen eines NO_x-Speicherkatalysators oder eines Partikelfilters durch die Regenerierung der Oxidationsstufen des Speicher-
25 katalysators bzw. des Partikelfilters mittels Wasserstoffreduktion verwenden. Dabei kann die Regenerierung durch Wasserstoffzugabe immer dann aktiviert werden, wenn eine Abnahme der Konvertierungsrate NO_x-Speicher-katalysators bzw. des Partikelfilters erfasst wird.

Im temperaturkritischen Schwachlastbetrieb eines Verbrennungsmotors kann durch die erfindungsgemäß erfolgende Wasserstoffzugabe die Abgastemperatur angehoben werden, um im Schwachlastbereich die Regenerierungsbedingungen beim Betrieb eines Partikelfilters zu gewährleisten.

Bei einer die obige Aufgabe lösenden Vorrichtung zur Nachbehandlung des Abgases eines Verbrennungsmotors, insbesondere im Kraftfahrzeug, sind eine Hydrolyseeinheit und eine über eine Wasserstoffleitung mit ihr in Verbindung stehende Dosiereinrichtung zur dosierten Zugabe des Wasserstoffs zum Rohabgas und/oder zu dem durch einen Oxidationskatalysator behandelten Abgas und eine Steuer- und Regeleinheit vorgesehen, die mit der Hydrolyseeinheit und der Dosiereinrichtung in funktioneller Verbindung steht, um die Wasserstofferzeugung in der Hydrolyseeinheit und die Dosierung abhängig von bestimmten Betriebszuständen des einrichtung abhängig von bestimmten Betriebszuständen des Verbrennungsmotors und von erfassten Parametern des Abgassystems zu steuern bzw. zu regeln.

Die Dosiereinrichtung ist bevorzugt ein Dosier- und Absperrventil.

Bevorzugt weist die Steuer/Regeleinheit eine mit einer Abgassensorik in funktioneller Verbindung stehende Katalysator-Überwachungsfunktion auf.

Die obigen und weitere vorteilhafte Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen

Figur 1 zeigt ferner, dass eine Steuer/Regeleinheit 18 eine Schnittstelle aufweist, die mit der Hydrolyseeinheit 10, dem Drucksensor 13 des Wasserstoffreservoirs 11, dem Dosier- und Absperrventil 15, dem Absperrventil 16 und 5 mit einem die Abgastemperatur T_A messenden Temperatursensor 5 in Verbindung steht. Die Steuer/Regeleinheit 18 ist dazu eingerichtet, die Wasserstofferzeugung in der Hydrolyseeinheit 10 und die Dosiereinrichtung 15 abhängig von bestimmten Betriebszuständen des Verbrennungsmotors 1 und von erfassten Parametern des Abgassystems, wozu die Abgastemperatur T_A gehört, zu steuern und regeln.

Wenn der mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Nachbehandlung des Abgases ausgerüstete Verbrennungsmotor 1 15 z. B. ein direkt einspritzender Benzinmotor ist, lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren auf verschiedene Weisen anwenden:

1. Zugabe von H_2 in das Rohabgas (am Punkt 6) zur 20 Darstellung der Regenerierungsphasen beim NO_x -Speicher- katalysator 4 (Abstand ungefähr 1 x pro Minute), falls der momentane Motorbetriebspunkt eine motorseitige Bereitstellung von HC bei ausreichender Temperatur nicht zuläßt. Die Steuerung der Regenerierung durch die 25 Steuer/Regeleinheit 18 erfolgt in Analogie zur NO_x - Katalysatorsteuerung beim Benzin-Direkteinspritzmotor.

2. Wiederherstellung einer ausreichenden Konver- 30 tierungsrate nach einer Schwefelvergiftung an den Oxidationsstufen des NO_x -Speicherkatalysators 4. Dies

ist, z. B. nach einigen Betriebsstunden, in Abhängigkeit vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs erforderlich. Die Steuerung der Regenerierung durch die Steuer/Regeleinheit 18 erfolgt nach erkannter Abnahme der Konvertierungsrate.

- 5 Dazu hat die Steuer/Regeleinheit 18, die mit einer entsprechenden Katalysatorsensorik in Verbindung steht, eine Katalysatorüberwachungsfunktion.

Figur 2 stellt ein zweites Ausführungsbeispiel dar, bei dem das erfundungsgemäße Verfahren bei einem mit einem CRT-Partikelfilter ausgestatteten Kraftfahrzeugmotor, z. B. einem Dieselmotor mit Direkteinspritzung, zur Abgasnachbehandlung verwendet wird. Ein derartiger Partikelfilter 8, wie er in Figur 2 gezeigt ist, ist im

- 15 Abgasrohr 2 des direkt einspritzenden Dieselmotors 1 enthalten. Dem CRT-Partikelfilter 8 ist ein Oxidationskatalysator 3 vorgeschaltet. Der von der Hydrolyseeinheit 10 erzeugte und durch das Dosier- und Absperrventil 15 in entsprechender Menge dosierte Wasserstoff wird am Punkt 6

20 ~~dem Rohabgas zugemischt, das durch das Abgasrohr 2 strömt (Pfeil A).~~ Sämtliche anderen apparativen Details der dargestellten Vorrichtung sind in Figur 2 gleichartig wie bei der oben beschriebenen, in Figur 1 dargestellten Vorrichtung.

25

Auch hier werden mehrere Anwendungsfälle unterschieden:

1. Beim Dieselmotor wird H₂ dem Rohabgas zur Darstellung der Regenerierungsphasen des Partikelfilters 8
30 zugegeben, falls eine innermotorische HC-Generierung

nicht möglich ist. Die Regenerierung wird in Analogie zur NO_x-Katalysatorsteuerung bei Benzin-Direkteinspritzungsmotoren gesteuert.

5 2. Beim Dieselmotor kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine ausreichende Konvertierungsrate nach einer Schwefelvergiftung des Partikelfilters 8 durch das erfindungsgemäße Verfahren wieder hergestellt werden. Dies ist z. B. nach einigen Betriebsstunden in Abhängigkeit vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs erforderlich. Die Steuerung der Regenerierung des Partikelfilters 8 kann nach erkannter Abnahme der Konvertierungsrate einsetzen, wozu in der Steuer/Regeleinheit 18 eine Katalysatorüberwachungsfunktion integriert ist.

15

3. Die Abgastemperatur kann durch die erfindungsgemäße Einleitung von Wasserstoff zur Gewährleistung der Regenerationsbedingungen beim Betrieb des Partikelfilters 8 in temperaturkritischen Schwachlastgebieten angehoben

20

werden.

25

Auch in Figur 2 gilt, dass das H₂-Reservoir 11 lediglich optionell vorhanden ist, und statt dessen ein H₂-Rohr mit ausreichendem Innenlumen das als Zwischenspeicher dienende H₂-Reservoir 11 ersetzen kann.

30

Zusammengekommen dient das erfindungsgemäße Verfahren zur Nachbehandlung des Abgases eines Verbrennungsmotors, insbesondere im Kraftfahrzeug, der Erhöhung von Abgas- und Katalysatortemperatur, was insbesondere beim

Kaltstart und im Schwachlastbetrieb erforderlich ist. Ferner kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Wasserstoff "On-Board" und im transienten Betrieb erzeugt und je nach Bedarf und Anwendungsfall über das Dosier- und Absperrventil 15 dem Katalysator bzw. Partikelfilter zugesetzt werden. Im Gegensatz zur innermotorischen HC-Generierung, die ein "Common Rail" Einspritzsystem voraussetzt, werden die Abgasqualität, insbesondere die Partikelrate, und die Motorakkustik nicht zusätzlich verschlechtert. Zudem ist das Ansprechverhalten der Systeme bei der Zugabe von Wasserstoff ungleich schneller.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dosiereinrichtung (15) ein Dosier- und Absperrventil ist.

5 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hydrolyseeinheit (10) ein Wasserstoffzwischenspeicher (11) nachgeschaltet ist, um eine bestimmte Menge Wasserstoff zu speichern.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer/Regeleinheit (18) eine in funktioneller Verbindung mit einer Abgassensorik (5) stehende Katalysator-Überwachungsfunktion aufweist.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Nachbehandlung des Abgases eines Verbrennungsmotors (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug, und ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Hydrolyseeinheit (10) und eine über eine Wasserstoffleitung (17) mit ihr verbundene Dosiereinrichtung (15) zur dosierten Zugabe von Wasserstoff zum Rohabgas (A) und/oder zu dem durch einen Oxidationskatalysator (3) behandelten Abgas und eine Steuer/Regeleinheit (18) vorgesehen sind, die in funktioneller Verbindung mit der Hydrolyseeinheit (10) und der Dosiereinrichtung (15) steht, um die Wasserstofferzeugung in der Hydrolyseeinheit (10) und die Dosiereinrichtung (15) abhängig von bestimmten Betriebszuständen des Verbrennungsmotors (1) und von erfassten Parametern des Abgassystems zu steuern bzw. zu regeln (Figur 1).

FIG. 1

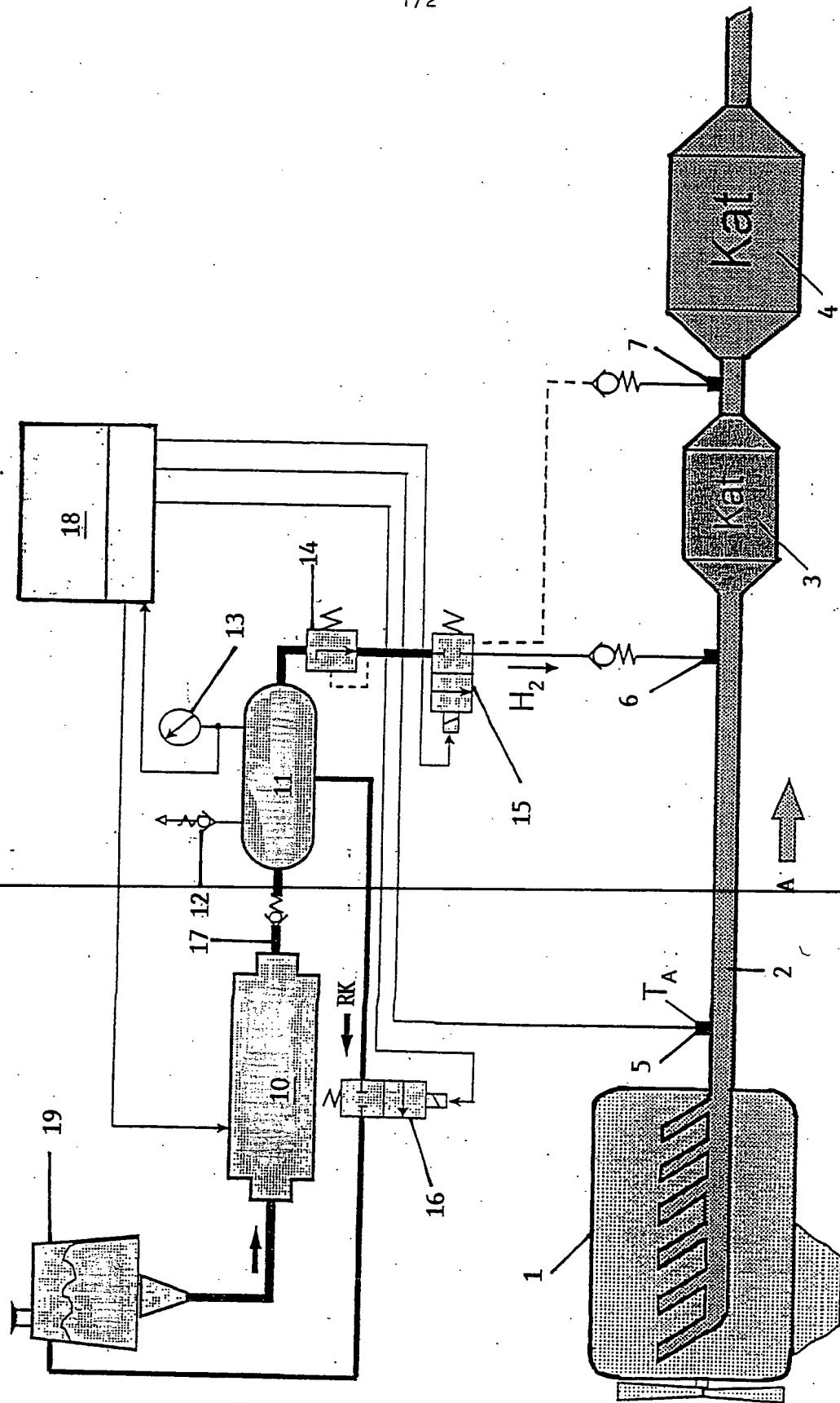
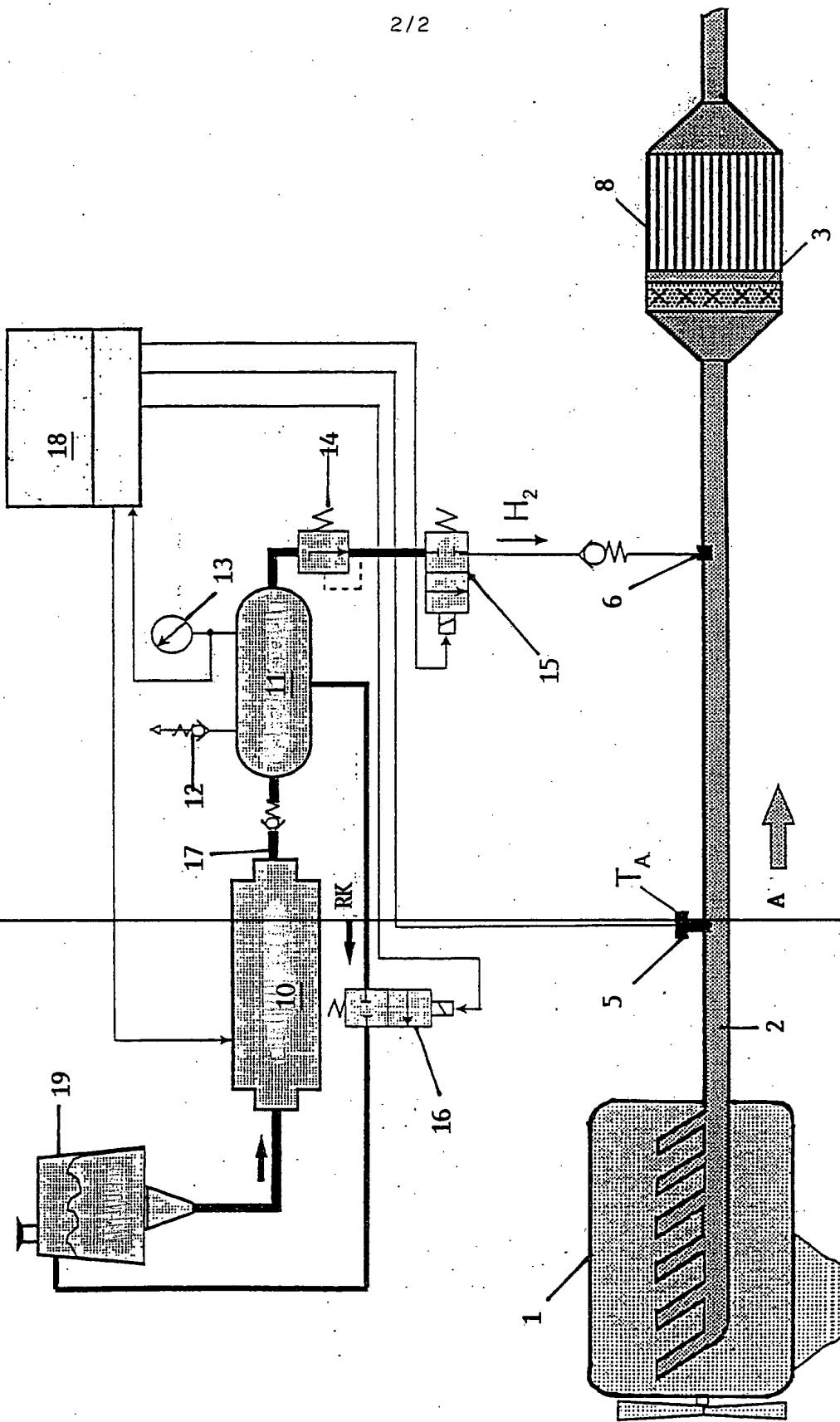


FIG. 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)